

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 758 872

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

97 01012

⑤1 Int Cl⁶ : F 16 L 59/153

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30.01.97.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 31.07.98 Bulletin 98/31.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : ITP SOCIETE ANONYME — FR.

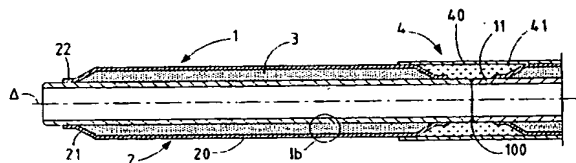
⑦2 Inventeur(s) : MARCHAL PHILIPPE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : THIBON LITTAYE.

⑤4 ENVELOPPE D'ISOLATION THERMIQUE, NOTAMMENT POUR LA CONSTRUCTION DE CANALISATIONS
SOUS-MARINES VEHICULANT DES PRODUITS PETROLIERS.

⑤7 Une canalisation sous-marine réalisée suivant l'invention peut notamment comprendre un tube métallique unique (10) et une enveloppe de couverture isolante thermiquement et étanche. L'enveloppe de couverture comprend au moins une couche externe (2), en contact avec l'environnement extérieur, constituée en une matière à déformation élasto-plastique, et une couche principale (3), en matériau calorifuge microporeux à haute porosité en pores ouverts, retenue serrée sous vide sur une couche support relativement non déformable. Selon un autre mode de réalisation, la couche support est en une matière non élastique de manière à constituer une enveloppe autonome à mettre en place sur site. §



FR 2 758 872 - A1



**ENVELOPPE D'ISOLATION THERMIQUE, NOTAMMENT POUR LA
CONSTRUCTION DE CANALISATIONS SOUS-MARINES
VEHICULANT DES PRODUITS PETROLIERS**

La présente invention concerne la réalisation d'une
5 enveloppe d'isolation thermique venant en recouvrement au
moins partiel de matériels à calorifuger. Elle s'applique de
manière préférentielle, mais non limitative, à la
construction de canalisations sous-marines destinées à
véhiculer des produits pétroliers. Elle s'applique aussi à
10 la fabrication de couvertures d'isolation thermique qui sont
destinées notamment, bien que non exclusivement, à servir
sur de telles canalisations, ou sur toute autre genre de
matériel devant contenir ou recevoir des produits qui, comme
les produits pétroliers retenus immergés en mer, doivent y
15 être maintenus à une température sensiblement différente de
celle de l'environnement.

Si, pour fixer les idées, on se place dans le cadre
de l'application préférée de l'invention, à savoir des
canalisations sous-marines destinées à véhiculer des
20 produits pétroliers, sous forme de gaz ou d'hydrocarbures
liquides maintenus chauds pendant leur transport, il
convient de rappeler que les canalisations de ce type sont
traditionnellement montées à partir d'une série de tuyaux
identiques, fabriqués en usine, que l'on transporte sur le
25 site et que là, on assemble bout à bout, en raccordant de
proche en proche un tube aval déjà intégré dans la
canalisation à un tube amont à raccorder, au fur et à mesure
qu'on les fait progresser, pour les laisser plonger dans la
mer à la suite des tubes déjà assemblés.

30 Les tuyaux sont couramment constitués chacun de
tubes en acier coaxiaux qui forment ou ménagent, en partie
courante du tuyau, une enveloppe d'isolation thermique

autour d'un tube interne délimitant le conduit de circulation des fluides à véhiculer.

La demande de brevet français FR-A-2 721 681 (ITP) décrit un exemple de procédé de réalisation d'une conduite
5 de ce type. Elle précise comment sont constitués les raccords d'assemblage entre deux tuyaux successifs, au moyen d'un manchon d'accouplement qui se dispose à cheval sur la zone de jonction et qui est collé, de part et d'autre de celle-ci, sur les faces périphériques externes des tronçons
10 d'extrémité des tubes externes en vis-à-vis. La zone de jonction entre deux tuyaux successifs, autour des parties terminales des tubes internes soudés bout à bout, est ainsi fermée et protégée en continuité mécanique et thermique avec les parties courantes des tuyaux.

15 Les canalisations ainsi réalisées ne sont pas exemptes d'inconvénients. Tout d'abord, les tuyaux constituant les tronçons élémentaires sont lourds et chers par l'emploi de deux tubes coaxiaux en acier. En outre, les jonctions entre tuyaux impliquent des soudures et
20 l'utilisation de diverses pièces auxiliaires. Il en résulte une augmentation non négligeable du coût de revient et des contraintes mécaniques élevées à encaisser.

Il est donc apparu souhaitable de disposer d'une technologie de réalisation d'enveloppes d'isolation
25 thermique permettant de réduire substantiellement le prix de revient, tout en conservant des caractéristiques techniques avantageuses, en tenue mécanique par exemple, telles qu'elles sont requises pour ce type d'application.

En particulier, il est impératif de conserver une
30 bonne isolation thermique du tube intérieur guidant le fluide, ce quelle que soit la structure globale de la canalisation. En effet, et à titre d'exemple, les canalisations sous-marines véhiculant des produits pétroliers se trouvent à température froide dans les fonds marins

(habituellement entre 0 et 20 °C), alors que les fluides véhiculés se présentent le plus souvent à température élevée (comprises typiquement entre 100 et 200 °C, suivant les prescriptions usuelles). Même lorsque cette température
5 diminue au cours de la vie d'un champ producteur, le fluide doit conserver une température minimale (par exemple 40 °C) jusqu'au lieu de destination en bout de la canalisation, afin d'éviter la formation de condensats solides.

D'autre part, les distances à parcourir sont
10 considérables. Elles se chiffrent en dizaines de kilomètres. La qualité d'isolation thermique doit en plus perdurer pendant de longues années d'utilisation des canalisations. Parmi d'autres impératifs de la pratique, on peut souligner que cette capacité d'isolation thermique ne doit pas
15 souffrir des opérations d'assemblage des canalisations au cours desquelles des tubes successifs sont raccordés bout à bout, ni des opérations de mise en place d'une canalisation ainsi formée, progressivement plongée dans la mer, ni encore des conditions de transport entre une usine de fabrication
20 des tubes et le site de pose de la canalisation.

D'autres difficultés sont liées aux conditions de fabrication des tuyaux, aux tolérances dimensionnelles inévitables pour les tubes, compte tenu de leur nature (généralement de l'acier) et de leur diamètre (généralement
25 compris entre 100 et 700 millimètres), et à la réalisation des étanchéités. L'une des solutions qui ait été proposée à l'industrie pétrolière consiste à créer le vide dans l'espace annulaire entre les deux tubes coaxiaux d'un tuyau à double enveloppe, mais il est alors nécessaire d'assurer
30 un degré de vide très poussé. On comprend que, dans ce cas, la réalisation des étanchéités soit particulièrement délicate, et que tant le degré de vide que l'épaisseur sous vide nécessaire grèvent lourdement le coût des tubes.

Les mêmes impératifs de degré d'isolation thermique
35 et de durabilité se retrouvent dans d'autres applications,

en particulier dans des situations où l'on rencontre un différentiel de température de même ordre de grandeur entre l'intérieur et l'extérieur d'une enceinte de forme quelconque, et ce dans un sens ou dans l'autre.

5 L'invention se fixe entre autres pour objet de conduire à une canalisation calorifugée qui ne présente pas les inconvénients de l'art connu, tout en en conservant les avantages. Elle répond par là aux besoins qui se font sentir
10 notamment pour les applications qui demandent de maintenir un produit chaud dans un environnement sous-marin pendant de longues durées.

Dans le contexte exposé ci-dessus, l'invention se traduit en pratique sous plusieurs formes de mise en oeuvre, qui ont néanmoins toutes en commun d'impliquer une couche
15 principale de matériau calorifuge microporeux à haute porosité en pores ouverts qui est retenue serrée sous vide entre une couche support relativement non déformable et une couche externe faite d'une matière à déformation élastique et/ou plastique.

20 La capacité de déformation de la couche externe peut être principalement exploitée soit lors de la fabrication en usine de tuyaux élémentaires pour canalisations continues, soit sur site lors de la mise en place de l'enveloppe d'isolation thermique, soit encore sous l'action des
25 conditions de température et/ou pression régnant dans l'environnement dont le matériel ainsi calorifugé doit être isolé. Dans tous les cas, l'invention a notamment pour conséquences avantageuses, d'améliorer l'isolation thermique par la combinaison du matériau calorifuge microporeux avec
30 un degré de vide qui n'a pas besoin d'être poussé, tout en améliorant les conditions de reprise des efforts et contraintes mécaniques, par un appui constant sur le matériau microporeux qu'assurent conjointement le vide créé tant au sein du matériau microporeux qu'autour de lui et la
35 capacité de déformation relative de la couche externe.

Suivant l'une de ses caractéristiques, l'invention prévoit de n'utiliser l'acier que pour un tube métallique unique de canalisation correspondant au tube interne d'un tuyau à double enveloppe. Pour assurer l'isolation de ce
5 tube véhiculant le fluide à transporter, on prévoit alors avantageusement de former tout autour de lui une enveloppe en couverture d'isolation thermique suivant l'invention qui comprend au moins la couche principale de matériau calorifuge microporeux et la couche externe en un matériau
10 que l'on dira ici élasto-plastique, cependant que la couche support sensiblement non déformable est constituée directement par ledit tube.

Le matériau microporeux étant placé sous vide partiel, il remplit intégralement un espace annulaire qui se
15 doit d'être étanche. La fermeture étanche peut être préférentiellement obtenue soit simplement grâce à la malléabilité de la couche externe que l'on conforme aux extrémités de l'enveloppe jusqu'à la fixer collée sur ledit tube de canalisation, soit au moyen d'une pièce
20 intermédiaire relativement non déformable qui éloigne la couche externe du tube support et évite les effets néfastes des ponts thermiques.

Dans une variante préférée de l'invention, la couche de matériau calorifuge microporeux est placée dans une
25 enveloppe en matériau perméable aux gaz, mais non à ce matériau microporeux, réalisée par exemple en une toile de coton, de façon à faciliter la manutention lors de la construction de l'enveloppe et des opérations de mise sous vide. La cohésion mécanique souhaitable est ensuite assurée
30 par la rétention du matériau entre les deux couches limitrophes de l'enveloppe d'isolation thermique réalisée.

Suivant une autre forme de mise en oeuvre de l'invention, l'enveloppe d'isolation thermique est réalisée en une structure autonome, non assujettie à la présence d'un
35 tube ou conduite de canalisation participant à sa

constitution. Dans ce cas, on prévoit avantageusement de lui faire comporter une troisième couche qui forme la couche support en remplacement du tube de canalisation ci-dessus. Cette couche support est alors constituée en une matière non
5 élasto-plastiquement déformable. Elle forme, avec la couche externe en matériau élasto-plastique, une double enveloppe enfermant la couche principale en matériau calorifuge microporeux, avec une qualité de fermeture étanche suffisante à la mise sous vide.

10 En produit fini commercialisable, l'invention a donc en particulier pour objet une conduite calorifugée, apte à constituer notamment un tuyau élémentaire pour la construction de canalisations sous-marines véhiculant des produits pétroliers, caractérisée en ce qu'elle comprend un
15 tube interne sensiblement non déformable, notamment en matière de nature métallique, et une enveloppe de couverture, isolante thermiquement et liée de manière étanche audit tube, qui recouvre tout ou partie de la périphérie de ce dernier, et qui comprend au moins une
20 couche principale de matériau calorifuge microporeux retenue serrée sous vide entre ledit tube formant sa couche support sous-jacente et une couche externe en matière à déformation élasto-plastique.

Et elle a aussi pour objet une couverture de
25 structure tridimensionnelle auto-portante, destinée à constituer enveloppe de protection thermique en recouvrement au moins partiel d'un matériel à calorifuger, notamment dans un environnement sous-marin, qui se caractérise essentiellement en ce qu'elle comporte sa propre couche
30 support en matière relativement non déformable pour fermer avec une couche externe en matière à déformation élasto-plastique, un espace sous vide entièrement occupé par une couche principale constituée par un matériau calorifuge microporeux.

L'invention présente de nombreux avantages, parmi lesquels on notera principalement les suivants :

Par le caractère élasto-plastique de la couche formant sa paroi externe, l'enveloppe d'isolation permet de
5 transmettre les efforts de pression et cisaillement à supporter, au travers du matériau microporeux, lui-même sensible à la pression, directement à la couche support formant l'autre paroi, essentiellement non élasto-plastique, cette dernière étant éventuellement le tube interne d'une
10 canalisation, selon les variantes de réalisation. En effet, la capacité de déformation élastique des matériaux microporeux utilisés est faible.

Le fait de placer le matériau calorifuge microporeux à haute porosité en pores ouverts sous vide partiel présente
15 un intérêt double. Cela permet de maintenir la stabilité dimensionnelle de l'enveloppe isolante lors des opérations de manutention après construction. Cela permet également d'augmenter notablement l'efficacité d'isolation thermique du matériau microporeux, ce dans un rapport qui est égal à 2
20 pour une pression réduite à 0,1 bars (10^4 Pa) par exemple.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui suit et qui fait référence aux figures annexées, parmi lesquelles :

25 - la figure 1a illustre schématiquement un exemple de tuyau intégrant une enveloppe de couverture isolante, propre à constituer un tronçon élémentaire pour une canalisation calorifugée suivant un premier mode de mise en oeuvre de l'invention ;

30 - la figure 1b est une figure de détail illustrant plus précisément l'une des couches de l'enveloppe de couverture isolante ;

- la figure 2a illustre schématiquement une variante de réalisation de la canalisation et de sa couverture isolante selon la figure 1;
- la figure 2b est un détail agrandi de l'extrémité d'un
5 tuyau élémentaire de canalisation suivant la figure 2a ;
- la figure 2c illustre un mode opératoire particulier pour réaliser la couche externe de l'enveloppe de couverture de canalisation illustrée par la figure 2a ;
- la figure 3a illustre schématiquement un second mode
10 de réalisation d'une couverture constituant enveloppe isolante selon l'invention ;
- la figure 3b est une vue en coupe à travers l'épaisseur de la couverture isolante de la figure 3a ;
- la figure 4a illustre schématiquement une structure
15 de protection thermique suivant l'invention qui constitue une variante de réalisation par rapport aux figures 3a et 3b ;
- et la figure 4b illustre, en coupe de section droite, une canalisation reposant au sol et munie de la
20 l'enveloppe de couverture isolante selon la figure 4a.

La figure 1a illustre un premier exemple de mise en oeuvre de l'invention dans le cadre de son application à la réalisation de tuyaux élémentaires préfabriqués en usine ou terminés sur site pour assemblage en une canalisation sous-
25 marine pour produits pétroliers.

Le tuyau élémentaire 1 est un tube cylindrique en acier, de 12 ou 24 m de long, typiquement sous un diamètre de 300 mm et une épaisseur de paroi de 13 mm. Sur la figure 1a, on a représenté deux tels tubes aboutés, 10 et 11, qui
30 se disposent sensiblement en ligne, sur un axe commun Δ , et qui, de façon classique, en 100, sont soudés entre eux à leur jonction par leurs faces radiales terminales.

Selon une première caractéristique importante de l'invention, on utilise, pour ce qui est des principaux éléments constitutifs métalliques structurels de la canalisation, un tube unique, et non plus deux tubes
5 coaxiaux comme dans l'art connu selon l'enseignement de la demande de brevet FR-A-2 721 681 précitée.

Selon une autre caractéristique importante de l'invention, le tube unique dit interne, par exemple 10, est entouré de moyens isolants thermiques, qui constituent avec
10 et sur lui une enveloppe de couverture. Cette dernière assure un très bon pouvoir d'isolation thermique, résistant en longévité malgré les contraintes mécaniques et thermiques, entre l'environnement extérieur et l'intérieur du tube 10, ainsi qu'une bonne étanchéité. On doit bien
15 comprendre que les autres tubes de la canalisation (par exemple le tube 11) sont également munis d'une telle enveloppe ou couverture de protection.

Selon un premier mode de réalisation, cette couverture comporte deux couches principales de matériau, 2
20 et 3.

La couche externe 2, soumise directement à l'environnement extérieur, constitue ici la paroi dite froide de l'enveloppe, car elle est prévue pour supporter en permanence le contact avec le milieu extérieur des fonds
25 sous-marins. Elle est constituée suivant l'invention, en un matériau élasto-plastique. On entend par là une matière, généralement de nature organique, que l'on sait susceptible d'une malléabilité engendrant un effet permanent par sa déformation élastique ou plastique.

30 La couche principale 3 est constituée par un matériau calorifuge microporeux, à structure à haute porosité en pores ouverts, tels que ceux qui sont proposés commercialement pour d'autres usages.

En réalité, comme le montre la figure de détail 1b, dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le coeur 30 de la couche 3 est retenu dans une enveloppe 31 faite d'une toile non tissée de coton, qui tout en étant perméable aux gaz, ne se laisse pas traverser par les particules du matériau microporeux.

Dans l'application préférée dans laquelle on s'est placé ici, à savoir celui d'une canalisation sous-marine de produits pétroliers, la matière de la couche de fermeture extérieure 2 est choisie pour posséder des propriétés élasto-plastiques suffisantes pour que les efforts s'exerçant sur elle soient transmis sans difficulté à l'autre face de la couverture par l'intermédiaire du matériau microporeux constituant le coeur de l'enveloppe 3.

Pour fixer les idées, on peut utiliser une matière plastique à base de résines de polyoléfinés, telles le polyéthylène, ou du caoutchouc vulcanisé.

Avant de continuer la description de la structure de la conduite 1, il est utile de préciser la nature du matériau calorifuge microporeux constituant la couche principale 30.

Un matériau particulièrement approprié pour cela est représenté par des plaques ou bandes d'isolant microporeux à base d'une matière céramique, et préférentiellement à base de silice, telles qu'elles existent dans le commerce, où elles sont produites notamment par la société "Micropore International Ltd" sous la marque "Microtherm".

Le matériau de ces plaques ou bandes est fait d'un mélange de poudre silicique et de fibres de renforcement céramiques, le tout compacté en une structure tridimensionnelle cohérente de fines particules qui est retenue dans une enveloppe non étanche. Cette dernière est couramment constituée d'un tissu de fibres minérales liées en un réseau de fibres croisées non tissées, notamment en

fibres de verre, mais il sera plus économique de préférer pour l'invention un tissu de coton, en englobant ici le cas de fibres de coton liées ensemble sans véritable tissage.

5 Du point de vue chimique, il s'agit, du moins pour la structure microporeuse silicique (sans tenir compte de son enveloppe), d'un mélange dont la majeure partie est formée de silice, mais qui contient aussi une mineure partie de dioxyde de titane.

10 Dans un tel matériau à base de gel de silice pyrogéné, la proportion de dioxyde de titane peut par exemple dépasser 20 % en poids du poids total, jusqu'à atteindre environ 30 à 35 % en poids pour 60 à 70 % en poids de silice, si l'on néglige les parts mineures d'autres oxydes minéraux qui représentent au total moins de 5 % en
15 poids.

Ces matériaux sont également avantageux dans le cadre de la présente invention par le fait qu'ils se caractérisent par une porosité ouverte et un diamètre de pores inférieur ou, au plus, égal à 0,1 micromètre. Dans le
20 langage du métier utilisé ici, la porosité est dite ouverte quand les pores ouverts en communication les uns avec les autres représentent la quasi-totalité des pores que la structure microporeuse comporte, soit en pratique de l'ordre de 85 à 95 % en volume du volume global des pores, qui est
25 lui-même de l'ordre de 80 % du volume apparent.

Toutes les applications qui ont été recommandées à ce jour pour les matériaux microporeux essentiellement constitués de particules siliciques, notamment de gel de silice pyrogéné, exploitent le fait que le diamètre des
30 pores ouverts est inférieur au libre parcours moyen des molécules d'air, ce qui assure pour l'essentiel une capacité d'isolation thermique bien supérieure à celle de matériaux plus traditionnels, en particulier de ceux qui sont

fabriqués de sorte à ménager principalement des pores fermés.

A l'inverse de ces applications connues, selon une variante préférée, la présente invention conduit à améliorer encore leurs performances en exploitant le fait que les pores sont ouverts pour créer un vide partiel tout au sein du matériau. Dans le même temps, il découle de l'invention que l'on peut se contenter d'un vide partiel, se traduisant préférentiellement par une pression réduite comprise entre 0,5 millibar et 100 millibars (50 Pa à 10^4 Pa).

Par, entre autres, l'augmentation du libre parcours moyen des molécules gazeuses qui en résulte, on parvient à augmenter le pouvoir isolant d'un facteur allant de 2 à 10, suivant la valeur de pression réduite choisie et suivant les conditions thermiques en positionnement. L'atmosphère rémanente en gaz résiduel sous vide peut être l'air ou tout autre gaz, l'argon notamment.

Si on se reporte de nouveau à la figure 1a, on peut assimiler le tube lui-même, par exemple le tube 10, à la couche support de l'enveloppe d'isolation thermique, que l'on peut dire ici en paroi chaude du fait de l'environnement d'utilisation, la paroi dite froide étant constituée par la couche élasto-plastique externe 2.

Dans ce cas, la protection et le calorifugeage du joint soudé 100, formé au raccordement des tubes 10 et 11, peuvent s'effectuer de façon classique, en utilisant un manchon 40 enfilé sur la paroi extérieure du tuyau 1, c'est-à-dire ici la couche externe 2, et en comblant le volume intérieur à l'aide d'un matériau de remplissage 41 isolant, comme cela peut être obtenu par une résine polymérisable injectée et durcie sur place dans un manchon 40 en matière plastique. Il est toutefois largement préférable, en application de l'invention, de réaliser la continuité mécanique et thermique à la jonction entre deux tuyaux

élémentaires successifs, par un raccord formé au moins en partie, du côté extérieur de la canalisation, au moyen d'une structure auto-portante de couverture d'isolation thermique telle que celle qui sera décrite plus loin.

5 Si la matière élasto-plastique constituant la couche externe 2 dans la partie courante de chaque tuyau élémentaire de canalisation présente une tenue en température compatible avec la température régnant à la surface du tube métallique 10, c'est-à-dire sensiblement
10 celle du fluide véhiculé, la paroi 2 en matière élasto-plastique est directement fixée sur la paroi externe du tube 10, par exemple par collage. On assure ainsi la fermeture étanche de l'espace compris entre les deux parois limitrophes de l'enveloppe et l'on préserve le vide partiel
15 créé dans le matériau microporeux de la couche principale 3.

La couche 2 comprend donc une paroi cylindrique principale 20 s'étendant sur l'essentiel de la longueur d'un tube élémentaire 10, et aux deux extrémités des raccords tronconiques 21, prolongés par une partie de nouveau
20 cylindrique 22, épousant la paroi externe du tube 10 et collée sur celui-ci. La longueur totale de la couche 2, paroi cylindrique 20 et raccords d'extrémité 21-22 compris, est légèrement inférieure à la longueur d'un tube 10. C'est donc la couche 2 qui forme, en ses extrémités, ce qui est
25 habituellement appelé, en termes de métier, les "tulipes" d'extrémité des tuyaux au voisinage de la soudure en bout des tubes de deux tuyaux successifs.

Il est à noter que l'étape de mise sous vide partielle et l'étape de collage peuvent être réalisées en
30 usine, lors de la fabrication des tuyaux constituant les modules élémentaires de la canalisation.

Par contre les étapes de soudure et de réalisation des jonctions 4 sont réalisées sur site, la canalisation 1 étant construite au fur et à mesure et mise à l'eau. En soi,

ces opérations sont classiques et elles ont été décrites, par exemple, dans la demande de brevet français précitée déposée au nom de la présente demanderesse.

Si la température s'avère trop élevée, compte tenu
5 du matériau constituant la paroi ou couche 2, on peut recourir à un pont thermique isolant cette paroi 2 de la paroi externe du tube métallique 10. La figure 2a illustre une telle disposition.

Les éléments communs aux figures précédentes portent
10 les mêmes références et ils ne seront redécrits qu'en tant que de besoin. La paroi dite "froide", ici référencée 2', se réduit à un simple cylindre entourant la couche d'isolant 3, en matériau microporeux à pores ouverts.

L'étanchéité d'extrémité est réalisée en faisant
15 appel à deux organes en métal 5, de forme cylindro-conique à faible ouverture, qui sont placés à chaque extrémité du tube 10. Ces organes comportent en effet une zone extérieure cylindrique 51, qui se prolonge par une zone d'extrémité conique 50 dont l'ouverture circulaire 54 a un diamètre égal
20 ou légèrement supérieur au diamètre externe du tube 10. La paroi 2' est collée sur le métal de la zone cylindrique 51. La zone conique 50 est soudée, en son ouverture 54, sur la paroi externe du tube 10.

Avantageusement, on munit la zone cylindrique 51
25 d'une ou plusieurs gorges annulaires, par exemple deux, référencées 52 et 53 comme représenté de façon détaillée sur la figure 2b. Ces gorges 52 et 53 permettront de ligaturer par une bande 6a et/ou de cercler par un cerclage 6b, la couche 2' en matériau élasto-plastique, de façon à la fixer
30 fermement liée sur l'organe intermédiaire 5 et à éviter que l'étanchéité proprement dite ne transmette des efforts de cisaillement.

Là encore, ces opérations peuvent s'effectuer en usine, lors de la fabrication des tuyaux constituant des

tronçons élémentaires de canalisation à assembler bout à bout.

De façon pratique, l'élément 2 ou 2', en matériau élasto-plastique, peut être réalisé à partir de bandes élastiques qui sont enroulées serrées en spirale et durcies sur place par vulcanisation s'il s'agit de caoutchouc, ou avec des bandes élastiques déjà durcies ou vulcanisées qui sont enroulées et encollées en spirale.

La figure 2c illustre schématiquement, en écorché, un tronçon de conduite 1 réalisé selon ce mode opératoire. On voit clairement sur cette figure 2c l'enroulement en spirale de la bande b constituant la couche 2. Un taux de recouvrement d'une spire à l'autre (traits en pointillés sur la figure) est prévu suffisant pour un collage assurant l'étanchéité au vide.

La couche externe peut également être réalisée simplement par une conduite cylindrique en matériau élasto-plastique, d'un diamètre suffisant pour autoriser sa mise en place autour du matériau microporeux par enfilage de l'un dans l'autre. Lors d'une étape ultérieure, on réduit le diamètre (rétreint) de la conduite en la chauffant sous pression pour qu'elle se contracte. Pour peu que la matière présente encore des propriétés thermodurcissables, le rétreint est définitif en compression du matériau calorifuge microporeux.

On peut encore procéder directement par extrusion.

Un second mode de réalisation de conduites conformes à l'invention est illustré par les figures 3a à 4b. Selon ce mode de réalisation, la couverture isolante et étanche, ici référencée 7, se présente sous la forme d'une bande de grande longueur, typiquement de quelques dizaines de mètres à plusieurs kilomètres. Les éléments communs aux figures précédentes portent les mêmes références et ils ne seront redécrits qu'en tant que de besoin.

La bande 7 est constituée d'une double enveloppe, comprenant une paroi externe dite froide, tout à fait similaire à la couche 2 correspondante des figures 1a à 2c, en matériau élasto-plastique, et une paroi interne 8 dite
5 chaude (voir figure 3b, en coupe AA de la figure 3a), en matériau non élasto-plastique.

Ce matériau non élastique est choisi pour présenter des caractéristiques d'allongement potentiel, dans les conditions d'utilisation (c'est-à-dire dans le cadre d'une
10 application spécifique donnée), bien inférieures à l'allongement élastique maximum du matériau microporeux à pores ouverts. Un métal tel qu'un feuillard d'acier convient à cet effet, de même d'ailleurs qu'une matière plastique rigide, par exemple à base de résines de polyoléfines noyant
15 une armature de fibres minérales.

Une différence notoire entre ce second mode de réalisation et le premier réside donc dans la présence d'une couche supplémentaire 8, la paroi ou couche non déformable interne dite chaude n'étant plus constituée directement par
20 le tube 10 (voir par exemple figures 1a et 2a).

Les figures 3a et 3b illustrent schématiquement une première variante de réalisation de la couverture selon ce second mode de mise en oeuvre de l'invention. De façon plus précise, la figure 3b est une coupe en section de
25 l'épaisseur de la couverture selon "AA" de la figure 3a.

Comme le montre plus particulièrement cette dernière figure, la bande 7 comprend une première couche 2 emprisonnant la couche 3 par des zones latérales, 23-24, ou d'extrémité, 26, collées sur la couche inférieure 8, en
30 matériau non élastique. La couche 3 en matériau microporeux à pores ouverts est tout à fait similaire à la couche 2 précédemment décrite en regard des figures 1a à 2a.

De façon avantageuse, comme le montre plus particulièrement la figure 3a, on subdivise la couverture 7

en plaques de couverture élémentaires, 7a, 7b, 7c à 7x (x représentant le nombre total de "modules"). Pour ce faire, la bande 7 comporte des zones de séparation des plaques élémentaires 25, dans lesquelles la couche 2, en matériau élasto-plastique, est collée sur la couche inférieure 8, en matériau non élastique. Cette disposition permet, en cas d'endommagement de la bande, de limiter les fuites éventuelles à un défaut d'étanchéité restant localisé.

Comme précédemment, la pose de la bande 7 peut s'effectuer par enroulement en spirale autour de tubes (non représentés sur ces figures) qui sont aboutés pour former la conduite globale. Le maintien en place peut également s'effectuer par collage lors de la vulcanisation de caoutchouc constituant la matière élasto-plastique.

Selon une variante supplémentaire de ce second mode, on peut placer la bande à cheval sur la conduite, lorsque cette dernière est déjà déposée au fond de l'eau ou, plus généralement, sur un sol support donné, qu'il soit sous-marin ou terrestre.

Les figures 4a et 4b illustre cette variante de réalisation.

La bande proprement dite, ici référencée 7', présente une configuration similaire à la bande 7 des figures 3a et 3b. Il est notamment avantageux de prévoir, comme précédemment, une partition de la bande en modules, dont quatre seulement ont été représentés, 7'a à 7'd.

La figure 4b, coupe "BB" de la figure 4a, illustre la pose de la couverture 7', à cheval sur la conduite 1, présentant une section en "Ω". La conduite 1 est supposée avoir été placée au préalable sur le support S.

Cependant, pour que cette bande 7' puisse rester en place, il est utile de la lester.

Pour ce faire, on peut prévoir, dans une variante non représentée, des chaînes accrochées latéralement à la bande 7' formant couverture.

5 Cependant, selon une variante préférée, représentée sur les figures 4a et 4b, on prévoit avantageusement deux zones latérales, 9a et 9b, constituées par des poches de lestage, 90a et 90b. Ces zones encadrent les zones de collage, 23 et 24. Elles sont remplies de matière pondéreuse, ou forment, par exemple, des sacs de sable.

10 Dans cette variante de réalisation, selon le second mode, la couverture de l'invention présente le principal avantage de pouvoir être réalisée sur de grandes, voire très grandes longueurs, et être enroulée sur un tambour pour être
15 simplement mise à l'eau par déroulage du tambour à bord d'un bateau de pose.

A la lecture de ce qui précède, on constate aisément que l'invention atteint bien les buts qu'elle s'est fixés.

Il doit être clair aussi que, bien que particulièrement adaptée à des applications de transport de
20 produits pétroliers par des canalisations sous-marines, on ne saurait cantonner l'invention à ce seul type d'applications. Elle s'applique aussi bien à toutes sortes de conduites ou enceintes de toutes formes pour lesquelles il est nécessaire de prévoir une isolation thermique et une
25 bonne tenue mécanique.

REVENDICATIONS

1. Enveloppe d'isolation thermique, notamment pour la construction de canalisations sous-marines véhiculant des produits pétroliers, caractérisée en ce qu'elle comprend une structure de couverture, isolante thermiquement et étanche, comportant au moins une couche principale (3) de matériau calorifuge microporeux, retenu serré sous vide contre une couche support relativement non déformable par une couche externe(2) constituée en une matière élasto-plastique.

2. Enveloppe selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite couverture comprend une couche support (8) incorporée, en matériau relativement non déformable, et en ce que ladite couche externe (2) en matériau élasto-plastique enserre ladite couche principale (3) en matériau microporeux, par collage sur sa périphérie (23-26) à ladite couche support (8).

3. Enveloppe selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ladite couche principale (30) est enveloppée par une toile (31) perméable aux gaz, mais étanche audit matériau calorifuge microporeux.

4. Enveloppe selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ledit matériau microporeux se présente sous la forme de bandes et en ce qu'il consiste en un mélange de poudre silicique et de fibres de renforcement céramiques, le tout compacté en une structure tridimensionnelle cohérente à haute porosité en pores ouverts, faite de fines particules et retenue dans une enveloppe non étanche aux gaz.

5. Enveloppe selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la pression

régnant dans le matériau microporeux est une pression réduite comprise entre 0,5 et 100 millibars.

6. Enveloppe selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que lesdites couches externe (2) et principale (3) se présentent sous la forme de deux tubes cylindriques sensiblement coaxiaux recouvrant sensiblement la longueur d'un tube de canalisation (10), en ce que ladite couche externe (2) débordé, aux extrémités, de ladite couche principale (3), de manière à former un profil cylindro-conique, dont la zone cylindrique (22) enserme ledit tube (10), et en ce que cette zone est collée sur la paroi externe de ce tube (10) pour obtenir ladite étanchéité.

7. Enveloppe selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que lesdites couches (2 et 3) se présentent sous la forme de deux tubes cylindriques sensiblement coaxiaux recouvrant sensiblement la longueur d'un tube de canalisation (10), et en ce qu'il est prévu, aux deux extrémités de ce tube (10), un organe métallique intermédiaire cylindro-conique (5), dont la partie cylindrique (51) est disposée sous ladite couche externe (2) et collée à cette couche (2), et la partie conique (50) comprend une ouverture circulaire (54) de diamètre sensiblement égal au diamètre dudit tube (10), cette ouverture circulaire (54) étant soudée sur la paroi extérieure de ce tube (10), pour obtenir ladite étanchéité.

8. Enveloppe selon la revendication 7, caractérisée en ce que ladite partie cylindrique (51) comporte en outre, au moins, une gorge annulaire (52, 53), de manière à permettre un ligaturage et/ou cerclage de ladite couche externe (2') sur ledit organe métallique intermédiaire cylindro-conique (5).

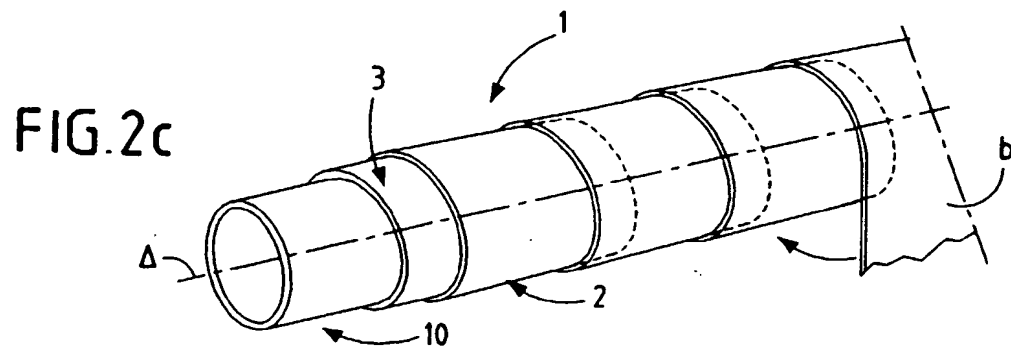
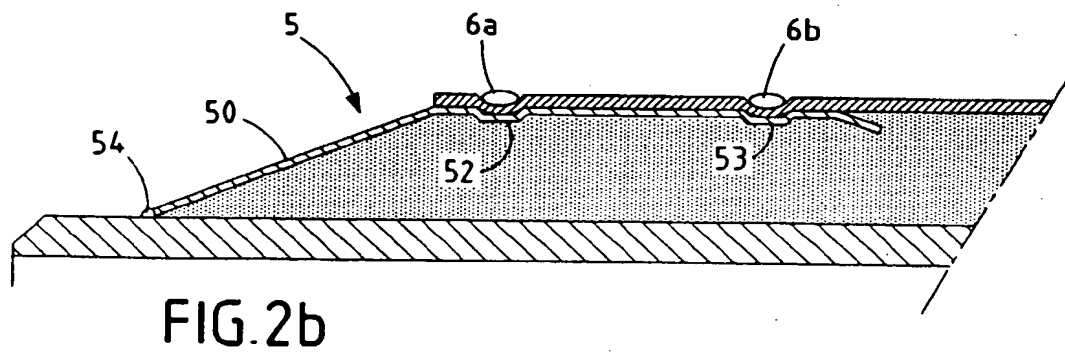
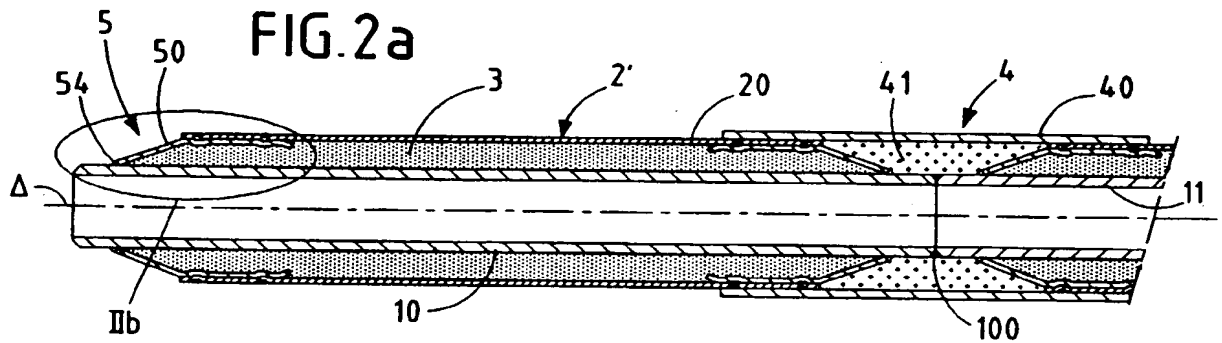
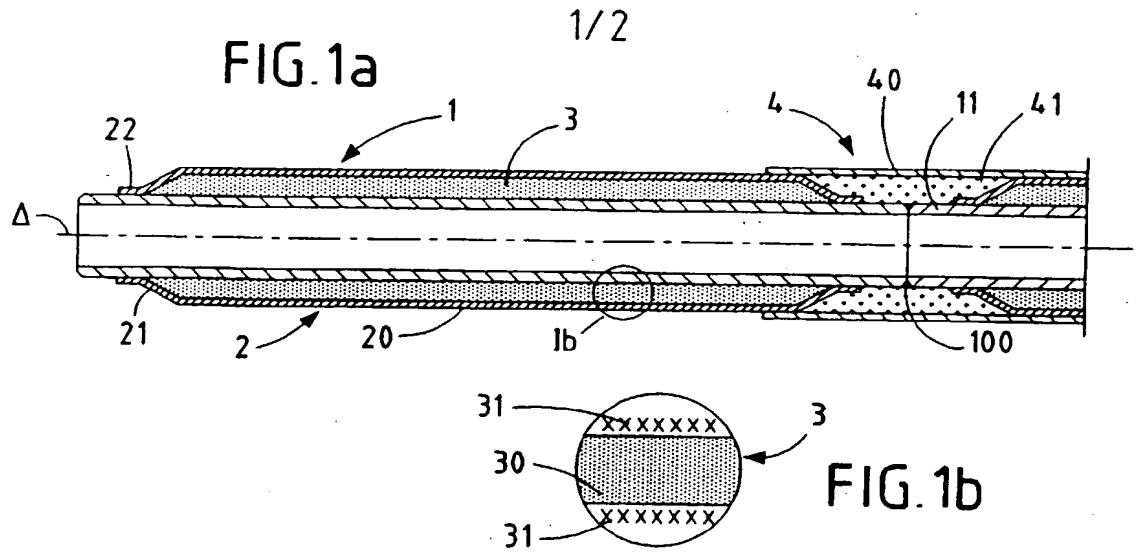
9. Enveloppe selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que, ladite couche principale (3) entourant complètement ledit tube (10), ladite couche externe (2, 2') est constituée d'un enroulement en spirale d'une bande de caoutchouc, effectué sur la couche principale (3), et par sa vulcanisation et/ou son collage.

10. Enveloppe selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite couche principale (3) entourant complètement ledit tube (10), ladite couche externe (2, 2') est constituée d'un tube cylindrique enfilé sur ladite couche (3) et rétreint par exposition à la chaleur.

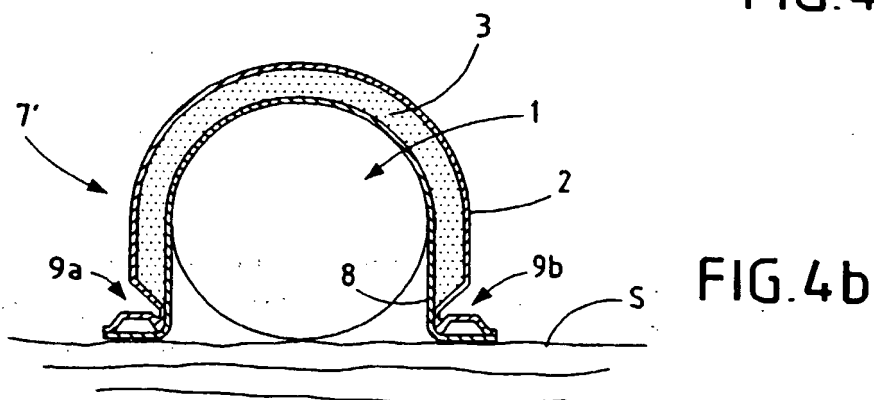
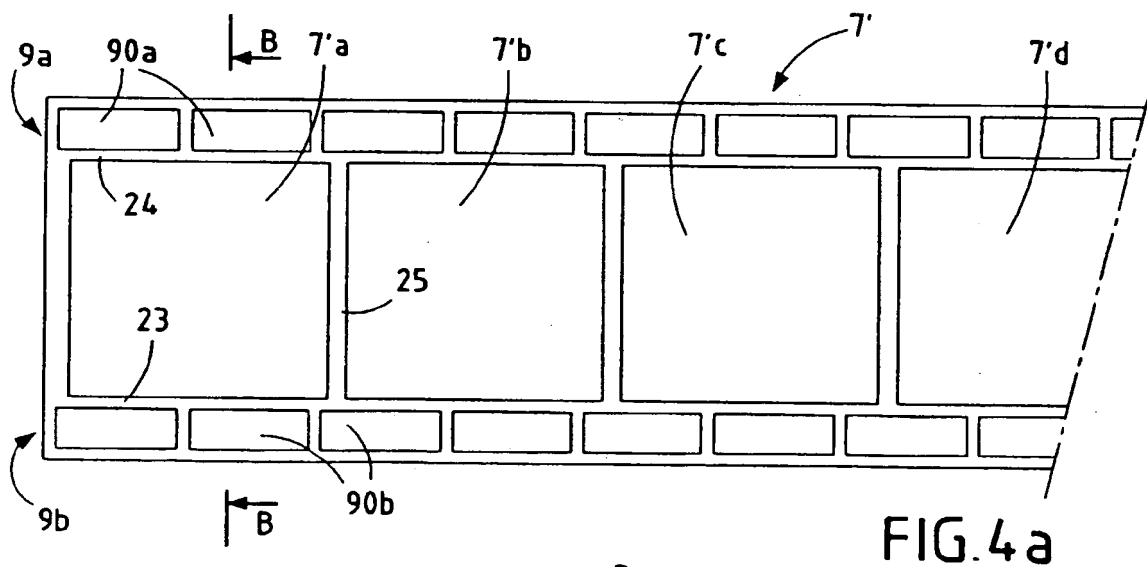
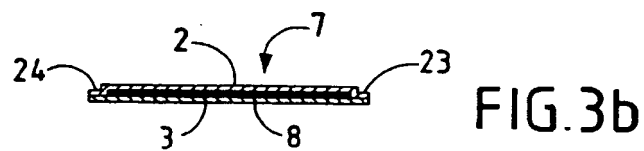
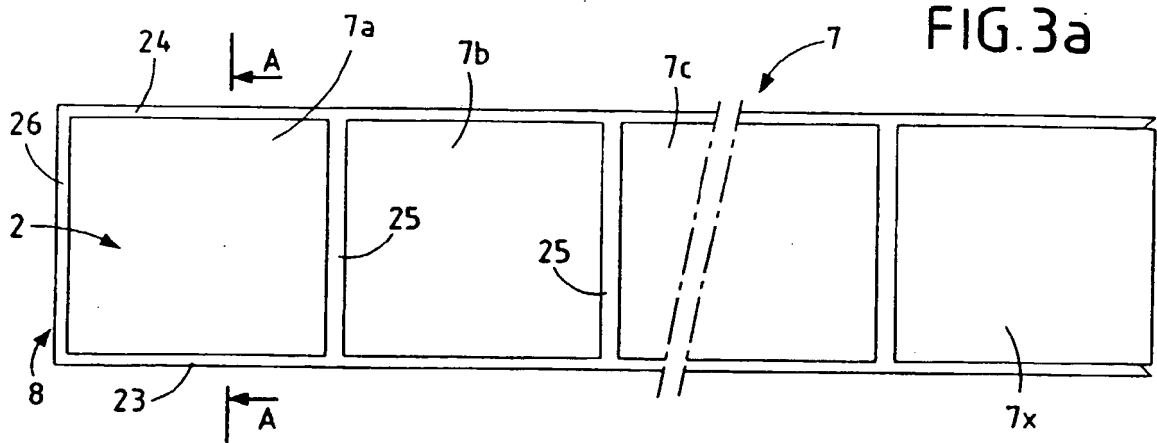
11. Enveloppe selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite couverture a la forme d'une bande (7) subdivisée en une pluralité de dites enveloppes étanches (7a à 7x), chaque enveloppe étant séparée de la suivante par une zone de collage (25) de ladite couche externe (2) sur ladite couche support (8).

12. Enveloppe selon la revendication 11, caractérisée en ce que ladite couverture en forme de bande (7') subdivisée en une pluralité de dites enveloppes (7'a à 7'd) est disposée à cheval sur ledit tuyau (1).

13. Enveloppe selon la revendication 12, caractérisée en ce que ladite couverture en forme de bande (7') subdivisée en une pluralité de dites enveloppes (7'a à 7'd) est en outre munie d'une pluralité de poches latérales de lestage (90a, 90b), lesdites poches latérales de lestage (90a, 90b) étant remplies d'un matériau pondéreux ou formant sacs de sable, de manière à maintenir ladite conduite (1) sur ladite surface (S) de tuyau ou autre matériel.



2/2



2758872

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 538364
FR 9701012

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | Revendications concernées de la demande examinée |
|---|---|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | |
| Y | EP 0 220 122 A (HUTCHINSON) * colonne 4, ligne 25 - colonne 5, ligne 48; revendication 1; figures 1,2 * | 1,2 |
| A | --- | 6 |
| Y | FR 2 121 304 A (INDUSTRIELE ONDERNEMING WAVIN N.V.) * le document en entier * | 1,2 |
| A | --- | 7,8 |
| A,D | FR 2 721 681 A (ITP) * page 7, ligne 9 - page 10, ligne 7; revendication 1; figure 1 * | 1,2 |
| A | FR 2 127 937 A (MEIER-SCHENK,A.) * page 2, ligne 19 - page 3, ligne 5; revendication 1; figure 1 * | 1,6 |
| A | US 3 885 595 A (GIBSON,C.J. ET AL) * le document en entier * | 1,7 |
| A | US 4 560 188 A (BERTI,A. ET AL) ----- | |
| | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6) |
| | | F16L |
| Date d'achèvement de la recherche | | Examineur |
| 22 octobre 1997 | | Munzer, E |
| <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p> | | |

2

EPO FORM 1503 03.92 (P04C13)

100